Lane Medical Library

Über

die Funktion der Ohrmuschel.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

an der

Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

von

Heinrich Franke

aus Dresden.

Tag der Promotion: 30. Juli 1913.

BERLIN 1913.

VERLAG VON S. KARGER.

KARLSTRASSE 15.

Gedruckt mit Genehmigung
der Medizinischen Fakultät der Universität Berlin.

Referent: Geh. Med.-Rat Prof. Dr. *Passow*.

Sonderabdruck aus Passow-Schaefer, Beiträge zur Anatomie, Physiologie, Pathologie und Therapie des Ohres, der Nase und des Halses. Bd. VI.

Meinem lieben Onkel,

Herrn Generalleutnant z. D. Franke.

Meinem lieben Onkel

Herrn Generalleutnant v. D. Franke.

In der Literatur finden sich seit Anfang des vorigen Jahrhunderts manche Abhandlungen über die Ohrmuschel und ihre Funktion. Viele Verfasser haben zu ihren Feststellungen Versuche gemacht, zum Teil mit großer Mühe; andere sind mehr von Theorien ausgegangen. Bei so ziemlich allen aber hat man den Eindruck einer gewissen Unsicherheit, einer zu großen Subjektivität. So soll es nun meine Aufgabe sein, das Richtige und Falsche der verschiedenen Ansichten möglichst zu sondern und das objektive Ergebnis zu suchen. Es seien daher zunächst die Urteile der verschiedenen Autoren mitgeteilt.

Der älteste Forscher, bei dem sich Angaben über die Funktion der Ohrmuschel finden, ist *Buchanan* (3). Dieser stellt nach seinen Untersuchungen über den Einfluß, den Gestalt und Anheftungswinkel der Ohrmuschel auf das Gehör haben, folgende Sätze auf:

1. Wenn die Concha breit und tief ist, wenn weiter der obere Teil der Helix stark überhängt, die Scapha nicht hervorragt, das Läppchen diagonal nach vorn inkliniert und wenn endlich der Anheftungswinkel des Ohres 25—45° beträgt, so hat das Ohr die richtige Gestalt, um die zum scharfen Hören nötige Menge Schallstrahlen in den äußeren Gehörgang zu leiten und zu konzentrieren.

2. Wenn die Concha schmal und flach ist und der Anheftungswinkel fast 40° beträgt, so gleicht dieser Winkel den Nachteil aus, den das wegen der Flachheit geringere Einfallen von Schallstrahlen hervorbringen würde.

3. Sobald der Anheftungswinkel gering, die Concha aber

breit und tief ist, ersetzt die Tiefe der Ohrmuschel den Nachteil, den die Kleinheit des Anheftungswinkels bedingt.

4. Wenn die Concha schmal und flach ist, und der Anheftungswinkel noch keine 15° beträgt, so ist selten das Gehör scharf.

Hierauf erwähnt *Buchanan* folgende Beobachtung. Er nähte das verletzte Ohr eines 39 jährigen Mannes und ließ es in einem Winkel von 45° anheilen. Der Erfolg war der, daß der Mann fernerhin auf diesem Ohr viel besser als auf dem unverletzten hörte, das nur einen Anheftungswinkel von 10° besaß.

In einem zweiten Falle hatte er einen schwerhörigen Patienten mit flacher Concha und einem Anheftungswinkel von 16°. Er legte zwei „Küßchen" hinter die Ohrmuscheln, die den Winkel auf 45° brachten. Es zeigte sich, daß der Mensch nun jedes mit gewöhnlicher Stimme gesprochene Wort hören konnte.

Etwas später hat *Esser* (6) folgenden Versuch angegeben:

Er füllte die Ohrmuschel mit weicher Masse aus, ließ aber dabei den Eingang zum Meatus auditorius frei. Unter diesen Bedingungen konnte er feststellen, daß die nahen Töne genau so gut gehört wurden wie vorher und ebenso rein. Hieraus folgerte er, daß die Erhöhungen und Vertiefungen der Ohrmuschel nicht dazu dienten, die Töne reiner zu machen.

Ferner schloß er aus seinen Beobachtungen, daß der Knorpel der Ohrmuschel für die Reflexion von Tönen nur eine geringe Rolle spiele. Nicht unwesentlich aber sei es, daß er, in Schwingungen versetzt, die Schallwellen zum Trommelfell leite.

Die Wirkung der äußeren Ohrmuskeln kommt nach ihm kaum in Betracht.

Acht Jahre darauf führt *Johannes Müller* (16) folgendes aus:

Er sagt, der Gehörgang empfange durch Reflexion die gegen die Concha des äußeren Ohrknorpels treffenden Wellen, wenn ihr Reflexionswinkel geeignet sei, sie gegen den Tragus zu werfen, der sie dann seinerseits in den Gehörgang reflektiere.

Der äußere Ohrknorpel sei aber nicht bloß Reflektor, sondern auch Kondensator und Leiter der Schallwellen. Er nähme, wie es jeder andere feste und elastische Körper tun würde, Schallwellen in großer Breite bei ihrem Durchdringen durch seine Substanz auf und leite sie zur Insertionsstelle. Die dem Ohrknorpel mitgeteilte Stoßwelle folge nicht dessen Biegungen, sondern, indem sie ihn in der ursprünglichen Richtung durchsetze, würden die angrenzenden, noch so verschiedenartig gestellten Teile des

Ohrknorpels in derselben Richtung vom Stoße fortgerissen. Dies geschähe von Teilchen zu Teilchen bis zum Trommelfell und den Kopfknochen, also in ähnlicher Weise, wie überhaupt ein gegen eine Fläche gerichteter Stoß sich in dieser nach allen Seiten als Erschütterungswelle fortpflanzt.

Fasse man nun den Ohrknorpel als Selbstleiter auf, so würden alle seine Unebenheiten, welche für die Reflexion nutzlos wären, zweckmäßig, denn die Erhabenheiten und Vertiefungen, auf die die Schallwellen senkrecht fielen, nähmen sie auch am stärksten auf, und bei der Mannigfaltigkeit der Unebenheiten träte dieser Fall auch bei jeder beliebigen Richtung der Schallwellen ein.

Das äußere Ohr gewisser Tiere gleiche einem Trichter, in welchem Luftwellen kondensiert fortgeleitet würden, und dessen Wände Schalleiter seien. Zugleich bewirke die Luftsäule wie beim Hörrohr durch Resonanz eine Schallverstärkung.

Nicht ganz auf dem Standpunkte der bisher erwähnten Autoren steht *Lincke* (13). Er stellt sich in Widerspruch zu der Ansicht, daß ziemlich alle Schallwellen nach verschiedenen Brechungen und Reflexionen schließlich in den Gehörgang geworfen würden. Er betont zwar die besondere Wirkung des Tragus und Antitragus, führt aber als Beispiel Leute an, die sich durch Zerren an den Ohren in der Jugend trotz dadurch bewirkter Ausglättung der Muschel doch einen äußerst scharfen Gehörsinn bewahrt hätten.

Andererseits findet er durch Versuche die Wirkung des Ohrknorpels als Schalleiter bestätigt. Er bringt sich nämlich eine vor dem Eingange zum Meatus acusticus schon verklungene Stimmgabel wieder zu Gehör, indem er sie auf den Tragus oder die hintere Muschelfläche aufsetzt.

Dann führt er die aus sorgfältigen Experimenten gewonnenen Sätze *Buchanans* über die Bedingungen an, unter denen die Ohrmuschel mehr oder weniger dem Gehör förderlich sei. Er stellt sie, nur wenig modifiziert, auch als seine Ansicht hin.

Schließlich kommt er zu dem Resultate, daß das äußere Ohr zum Hören wohl nicht unbedingt nötig sei, daß aber jedenfalls durch sein Fehlen eine Benachteiligung des Gehörs eintrete.

In einem weiteren Kapitel spricht *Lincke* über die Ohrmuskeln und meint, jene des Menschen seien bei weitem nicht denen gewisser Tiere zu vergleichen. Wohl aber komme ihnen die Wirkung zu, das Ohr mehr zu spannen und den Zugang zum Meatus acusticus zu erweitern. Er erinnert an die Miene des Horchens, wobei auch die Gesichtsmuskeln einen angespannten Eindruck machten und

durch eben diese Spannung die den Knorpel bedeckenden Teile höhere Dichtigkeit und bessere Resonanzfähigkeit erlangten.

Zu einer bisher noch nicht erörterten Frage über den Einfluß der Ohrmuschel auf die Richtungswahrnehmung, also auf die Schallokalisation, nimmt *Eduard Weber* (25) Stellung. Er stellt Versuche über das Hören unter Wasser an und zieht daraus folgende Schlüsse:

Wenn wir im Wasser untertauchen, unsere Gehörgänge dabei aber mit Luft erfüllt bleiben, können wir nur rechts und links unterscheiden. In der Luft hingegen ist es uns auch möglich, zu bestimmen, ob der Schall von vorn, von hinten, von oben oder von unten kommt. Diese Fähigkeit verdanken wir, so schreibt er, dem im Wasser unwirksamen äußeren Ohre. Als Beweis führt er Folgendes an. Wenn wir die Ohren platt und fest an den Kopf drücken und die Hände so vor die Gehörgänge bringen, daß die Hohlflächen nach hinten schauen und einen die Ohrmuschel vertretenden Schirm bilden, wird bewirkt, daß der Schall stets aus einer Richtung, die der wirklichen entgegengesetzt ist, zu kommen scheint, also vorn und hinten, oben und unten in dieser Beziehung verwechselt wird.

Ein weiterer Autor, der sich ausführlich mit der Ohrmuschel beschäftigt, ist *Harless* (9).

Er sagt, die Ohrmuschel sei beim Menschen weniger als bei gewissen Tieren geeignet, den Schall aufzufangen. Bei diesen seien schon die Muskeln zahlreicher und besser ausgebildet. Wir Menschen könnten mit den unsrigen nicht immer die Stellen der Muschel der Schallwelle gegenüberstellen, die geeignet seien, die Wellen in den Gehörgang zu leiten. Nach *Essers* Untersuchungen käme hierfür überhaupt nur der Tragus und die Concha in Betracht. Physikalisch wäre man nicht imstande, den Nutzen gerade der eigenartigen Formen der Muschel nachzuweisen, während man empirisch fände, daß das Gehör nicht beeinträchtigt sei, auch wenn Helix oder Anthelix fehlten oder die Muscheln aus ganz dünnen Knorpelplatten ohne alle Erhabenheiten und Vertiefungen gebildet seien. Auch werde die Hörschärfe nicht wesentlich vermindert, wenn man entweder alle Vertiefungen der Ohrmuschel verstreiche oder aber die Wirkung der Muschel durch Verlängerung des Gehörganges mittels Einführung eines Röhrchens ausschalte.

Dagegen vertritt er den Standpunkt, daß das äußere Ohr zur Verstärkung des Schallwahrnehmens durch Mitschwingen des Knorpels diene, indem dieser die Schallwellen der Luft zum Teil

in sich aufnehme und in seiner Substanz zum Trommelfell weiter leite.

Ein Stab, so schreibt er, senkrecht zur Längsrichtung gestoßen, pflanzt den Stoß in der Richtung seiner Länge fort, trotzdem die Erschütterung ursprünglich in einer hierzu rechtwinkligen Richtung stattfand. Ebenso geschieht es mit Platten und also auch mit dem äußeren Ohre, welches vermöge seiner Erhabenheiten noch den weiteren Vorteil biete, daß irgend ein Teil der Muschel stets zu den einfallenden Wellen rechtwinklig stände und diese so möglichst ungeschwächt auf das Trommelfell durch Eigenschwingung übertrüge. Denn bei senkrechtem Auftreffen sei offenbar die Erschütterungsenergie am größten.

Das konische Ohr vieler Tiere wirke außerdem noch wie ein Hörrohr durch Kondensation der Luftwellen in der Richtung der Kegelachse, wobei zugleich eine stärkere Schwingung des Ohrknorpels und also auch hier eine Resonanz dieser festen Teile entstehen könnte. Der Muskelapparat erleichtere dies vielleicht noch durch Änderung der Spannungsgrade.

Was den Anheftungswinkel der Muschel beträfe, so käme es weniger auf dessen absoluten Wert an, als auf die Richtung, in welcher die Schallstrahlen aufträfen; ein großer Winkel begünstige von vorn kommende Wellen, ein flacher die seitlichen.

1855 schrieb dann *Schneider* (21) eine Dissertation über „Die Ohrmuschel und ihre Bedeutung für das Gehör".

Schneider führt zunächst Gesetze über die Reflexion der Schallwellen an und befürwortet, daß bei der Mannigfaltigkeit der Muschelwindungen der Schall nach mehreren Richtungen zurückgeworfen werde. Die Schallstrahlen, so schreibt er, die die eigentliche Ohrmuschel träfen, würden teils in den Gehörgang, teils durch einfache Reflexion gegen die Ohrecke geworfen, von der aus sie gleich den direkt auf die Ohrecke fallenden durch abermalige Reflexion ebenfalls in den Gehörgang geleitet würden. Die Strahlen, die die übrigen Windungen träfen, würden zerstreut und gingen somit verloren.

Es gingen aber auch Schallstrahlen in den elastischen Knorpel der Ohrmuschel über, in welchem sie transversale Schwingungen erzeugten. Diese durchliefen dann den ganzen Knorpel bis zum Anfange des äußeren Gehörgangs und setzten die Luftteilchen in der Umgebung der Muschel und im äußeren Gehörgang in Bewegung, wodurch eine Verstärkung des Tones hervorgerufen würde. Die Schwingungen hätten ihr Ende im angrenzenden

knorpligen Teil des Gehörgangs, da dieser nicht genügend freistehe, um selbständig schwingen zu können.

Somit hätte die Ohrmuschel zwei Wirkungen: Sie reflektiere einmal die Schallwellen in den Gehörgang und schwinge außerdem selbst mit. Günstig dafür sei ganz besonders die Vielgestaltigkeit der Muschel, durch die ermöglicht würde, daß stets Strahlen, aus welchen Richtungen sie auch kommen möchten, senkrecht auf einige Stellen träfen. Dies aber sei die beste Bedingung für das Zustandekommen von Transversalschwingungen.

Die Muskeln des Ohres, ja zum Teil solche des Gesichts, unterstützten das Entstehen solcher Transversalwellen, indem sie zur größeren oder geringeren Spannung des Ohrknorpels dienen könnten. Diese Funktion der Muskeln verleihe dem Gesicht den gespannt horchenden Ausdruck.

Der große und kleine Krempenmuskel dürfe bei einiger Übung eine geringe Aushöhlung bzw. Verflachung der kahnförmigen Grube des Ohres ermöglichen. Dies sei wohl eine vorteilhafte Wirkung. Der Ecken- und Gegeneckenmuskel würden bei vereinter Wirkung den Ohreneinschnitt erweitern und vergrößern und somit den Zutritt einer größeren Menge von Strahlen zu dem Gehörgang ermöglichen.

Bei den Tieren sei der ganze tütenförmige Bau des Ohres mehr auf die Sammlung der Schallstrahlen wie im Hörrohr eingerichtet, die schalleitende Wirkung des Ohrknorpels sei zum mindesten ganz untergeordnet, umgekehrt wie beim Menschen.

Indessen sei trotz dieser erwähnten Funktionen der Ohrmuschel ihre Wirkung für das Gehör nur relativ gering. *Schneider* folgert dies aus Versuchen, die in Ausfüllung der Muschelvertiefungen mit einer Mischung aus Wachs und Öl bestanden und den Effekt einer mäßigen Herabsetzung des Gehörs hatten.

Pathologische Veränderungen der Ohrmuschel bewirkten deutlich eine Gehörstörung, indem durch totalen bzw. teilweisen Verlust der Ohrmuschel deren Wirkung naturgemäß herabgesetzt sein müsse.

Auch die Anheftung der Muschel am Kopf sei von Bedeutung und wohl hauptsächlich deshalb, weil flach anliegende Ohren die Gehörgangsöffnung etwas verengerten. Der beste Winkel sei 40 bis 50°.

Er schließt damit, daß der Verlust eines Ohres zur Verminderung der Hörschärfe Anlaß gebe; der Mensch ohne Muschel müsse seinen Kopf möglichst so richten, daß die Schallwellen direkt in

den Gehörgang fielen. Nach und nach aber würde sich diese Verminderung ziemlich ausgleichen.

Untersuchungen über den Einfluß der Ohrmuschel auf die Richtungswahrnehmung stellte gleich *Weber*, von dem er auch ausging, *Purkyně* (18) an.

Es wurden von ihm zwei dünne Platten von Guttapercha erweicht und an die beiden Ohrmuscheln bis zum Anliegen derselben am Schädel angedrückt gehalten. Sobald sie wieder steif geworden, nahm *Purkyně* sie ab und schnitt an den in den Platten abgedrückten Stellen der schiffförmigen Gruben Öffnungen von 12 Millimeter Durchmesser aus. Dann wurden die Platten über den Ohren stramm festgebunden und die beiden löffelförmig gehöhlten Hände so an die Öffnungen gehalten, daß die Höhlung nach hinten gewendet war. Ein von vorn kommender Schall wurde auch bei allmählicher Näherung stets wie aus der Ferne gehört, erst bei größerer Annäherung wurde er deutlich als von hinten kommend vernommen. Die Umkehrung der Richtungen von oben nach unten und von hinten nach vorn gelang dagegen nicht.

Toynbee (22) neigt zu der Ansicht, daß das äußere Ohr ziemlich zwecklos sei. Nach Verlust eines Ohres falle das Hören nur anfangs schwer, es träte bald ein Ausgleich ein. Außerdem zitiert er einen Fall, wo das äußere Ohr von einer Kanonenkugel abgerissen worden sei, ohne daß sich dabei ein Einfluß auf die Hörschärfe bemerkbar gemacht hätte, und einen ähnlichen, wo das Ohr durch Verschwärung zugrunde ging, ebenfalls ohne Verminderung der Hörschärfe. Er weist ferner darauf hin, daß auch *Itard* entschieden jeden Nutzen des äußeren Ohres leugne, während Männer wie *Valsalva* und *Haller* bei Verlust der Ohrmuschel Verminderung des Hörvermögens annähmen.

Kramer habe experimentell nachgewiesen, daß 1. der Ohrknorpel mehr als ein Drittel aller zum Trommelfell gelangenden Schallwellen in den Gehörgang leite; 2. die Concha auris der akustisch wichtigste Teil der Ohrmuschel sei; und 3. der Ohrknorpel in natürlicher Stellung nur einfach sammelnd auf die Schallwellen wirke.

Weiterhin meint *Toynbee*, daß die Versuche über die Funktion der Ohrmuschel alle nicht einwandfrei seien, da man auf die Untersuchung der anderen Teile des Gehörorganes zu wenig Wert gelegt hätte. Er führt dann folgenden Fall an, wo darauf Rücksicht genommen sei.

Es habe sich um einen 33 jährigen Mann gehandelt, dem der ganze obere Teil der rechten Ohrmuschel gefehlt habe; nur der Antitragus und ein Teil des Tragus sei vorhanden gewesen, von dem aus der Überrest des Läppchens schräg nach der Halsseite verlaufen sei. Auf diesem Ohre hätte eine geringere Hörschärfe bestanden als auf dem andern; doch wäre nach Entfernen des Ohrenschmalzes das Gehör auf beiden Seiten gleich gut geworden.

Mißbildungen der Ohrmuschel kämen wegen der möglicherweise damit verbundenen Entwicklungsstörungen im inneren Ohre für Untersuchungen vorliegender Art nicht in Betracht.

Ganz für *Toynbee* spricht ein Fall, den *Virchow* (24) erwähnt. Er fand bei demselben, daß am linken Ohre vor und über dem Tragus drei Appendikulargebilde saßen, von denen das oberste die gewöhnliche knopfförmige Gestalt hatte, während das untere, größere, in eine längliche Falte auslief. Bei sorgsamer Prüfung ergab sich links eine bedeutend geringere Hörweite als rechts. Doch verschwand die Differenz bis auf ein Minimum, als die linke Tonsille exstirpiert und damit der Schlund freier wurde.

In *Rinnes* (19) „Beitrag zur Physiologie des menschlichen Ohres" (1865) ist auch die Ohrmuschel eingehend berücksichtigt worden. Er schreibt vom Ohrknorpel, daß dieser in zweierlei Weise als wirksam betrachtet werde. Einmal solle bei seiner eigentümlichen Gestaltung jede das Ohr treffende Luftwelle, gleichviel aus welcher Richtung sie käme, in der verschiedensten Weise reflektiert werden, wobei Kreuzungen der Wellen entständen, die wahrscheinlich in der Mehrzahl der Fälle Verstärkungen des Tons durch Aufeinanderfallen von Wellenbergen resp. -tälern herbeiführten.

Rinne bezeichnet diesen Vorgang als Resonanz, bestreitet jedoch den Nutzen desselben für die Schallwahrnehmung. Ein Teil der Schallstrahlen werde allerdings von einem Punkte des Ohrknorpels nach einem andern reflektiert, wo er mit einem zweiten direkten zusammenträfe. Hier träte dann auch die erwähnte Verstärkung auf. Ein anderer Teil der Schallstrahlen träfe jedoch nur einen Punkt des Ohrknorpels, um dann wieder nach außen reflektiert zu werden, und bleibe so für das Ohr wirkungslos.

Für wichtig hingegen erklärt *Rinne* eine zweite Art von Resonanz, nämlich die Eigenschaft des Ohrknorpels, selbst mitzuschwingen und so als Leiter zu funktionieren. Streiche er die Vertiefungen der Ohrmuschel unter Freilassung des Meatus mit Brotteig aus, womit er die leitende Wirkung ausschalte, so ergäbe sich eine relativ bedeutende Abnahme der Hörfähigkeit.

Der Größe des Anheftungswinkels der Ohrmuschel legt *Rinne* weniger Gewicht bei, da der Ohrknorpel vermöge seiner vielfachen Krümmungen unter den verschiedensten Winkeln von Schallstrahlen getroffen würde. Mithin sei die Intensität der in seine Substanz übergehenden Schallwellen von dem Anheftungswinkel ziemlich unabhängig.

Schließlich findet *Rinne* auch durch seine Versuche, daß für die Klangfarbe der Ohrknorpel gleichgültig sei. Auch beim Verstreichen der Vertiefungen bleibe die Klangfarbe dieselbe.

Küpper (12) spricht zunächst über die reflektierende Wirkung der Ohrmuschel und bezeichnet sie als gering. Selbst wenn man (mit *Boerhave*) die Wellen nach langen Irrfahrten von einer Windung zur anderen sich im äußeren Gehörgang vereinigen ließe, so sei doch der Erfolg praktisch minimal. Dazu käme, daß für seitlich und von hinten auffallende Wellen die Verhältnisse noch viel ungünstiger seien.

Völlig im Widerspruch aber steht er mit der bisher von vielen vertretenen Theorie der Aufnahme und Weiterleitung von Schallwellen durch den Ohrknorpel. Der Physiker verlange von einer Membran, die solche Funktionen auszuführen habe, eine gewisse Spannung und zweckmäßige Verbindung mit dem perzipierenden Apparat, eine Bedingung, die bei der Muschel in keiner Weise erfüllt sei. Sie wäre also in dieser Beziehung praktisch wirkungslos.

Ferner schreibt er, daß noch eine andere Ansicht bestehe, die der Ohrmuschel den Zweck beilege, die Schallrichtung zu erkennen. Dazu würde von einem Patienten berichtet, der bei unregelmäßigem Bau der Muschel sich häufig in der Erkennung der Richtung irrte. *Küpper* widerlegt aber diese Ansicht, indem er nachweist, daß bei Ausschaltung der Ohrmuschel, z. B. durch einen Ohrtrichter, keine Täuschung in der Richtungswahrnehmung einträte, selbst nicht bei Verklebung und Obturierung der Muschel und des äußeren Gehörgangs. Ähnliche Versuche erhärteten den Satz, daß die Ohrmuschel in keiner Weise das Gehör verstärke. Als Argument führt er die Beobachtungen an, daß Leute ohne Aurikula oder mit großen Defekten derselben ganz normales Gehör hätten. Derartige Beobachtungen seien beweiskräftiger als die des Gegenteils, weil — wie schon erwähnt — letztere meist nicht den Beweis führten, daß alle anderen Organe intakt seien. Interessant in dieser Beziehung sei die schon oben erwähnte Beobachtung *Virchows*, wo nach Exstirpation einer Tonsille die ver-

ringerte Hörschärfe, die man einem Muscheldefekt zuschrieb, zum normalen Maß zurückkehrte.

Weiterhin verweist *Küpper* noch auf das feine Gehör der Vögel, denen die Ohrmuschel fehlt.

Er glaubt der Aurikula ihre Stelle in der Reihe jener Organe anweisen zu müssen, die nur ererbt sind, aber nicht mehr funktionieren, hält sie also für rudimentär.

Bei den Tieren mit tütenförmigen Muscheln verhielte es sich anders. Diese könnten die Muschel — zum Teil mittels zahlreicher Muskeln — nach allen Seiten hin bewegen und so als sammelnden Trichter für die Schallwellen benutzen. Der Knorpel der Tiere bestehe aus drei beweglich untereinander verbundenen Teilen, der Muschel, dem Küraß und dem Schild. Beim Menschen schienen diese winklich verwachsen zu sein.

Durch die einseitige Ausbildung des menschlichen Geistes auf Kosten des Körpers nähmen die Sinne an Schärfe ab, und zugleich schwänden ihre Hilfsorgane beziehentlich träten sie außer Funktion.

Zu *Küppers* Anschauung bekennt sich auch *Mach* (15), wennschon nicht in der extremen Form. Die Windungen der Ohrmuschel seien wahrscheinlich die zurückgebliebenen Stützen der ehemaligen größeren Tierohren, die ihrerseits auch wohl nur die Aufgabe der Steiferhaltung der Muschel und keine akustische Funktion hätten.

Ebenso sei eine kondensierende und reflektierende Wirkung der Muschel physikalisch undenkbar, da von einer regelmäßigen Brechung und Reflexion der Schallwellen nur die Rede sein könne, wenn die Wellenlänge oft in den Lineardimensionen der reflektierenden oder brechenden Fläche aufginge. (Vgl. die Abhandlung in den Annalen der Physik und Chemie, Bd. 149, S. 421, 1873.) Die Wellenlängen des Schalls seien aber im Verhältnis zur Ohrmuschel so groß, daß für diese bei den hörbaren Tönen gerade das Gegenteil stattfände.

Wirke die Ohrmuschel schon nicht regelmäßig reflektierend, so könne sie auf diesem Wege auch die Erkenntnis der Schallrichtung nicht fördern. Er bestätigte dies mit Hilfe einer Gipsnachbildung von Muschel und Gehörgang, wobei das Trommelfell durch Papier ersetzt war. Es zeigte sich beim Abhören mit einem feinen Hörrohr, daß dieses Trommelfell überall gleich stark vom Schall erregt wurde. Die Größe der Schallwellen lasse es eben nicht

zu, daß je nach der Schallrichtung besondere Teile des Trommelfells besonders affiziert würden.

Mach faßt vielmehr die Ohrmuschel als Resonator für höhere Töne auf, dessen Wirkung teilweise von der Stellung gegen die Schallrichtung abhänge und Änderungen der Klangfarbe bedinge, die zur beiläufigen Erkennung der Schallrichtung führe. Ein Rest dieser Funktion käme auch noch der menschlichen Ohrmuschel zu.

Burnett (5) bezeichnet schon in dem Titel seiner Abhandlung das äußere Ohr als ein Komplement eines Schallsammlers und Resonators. Er führt dies folgendermaßen aus:

Wegen seiner Fähigkeit als Schallsammler und Resonator sei das äußere Ohr von großer Bedeutung, um so mehr, als es dem Akustikus die Möglichkeit gewähre, die einen Klang als Ganzes zusammensetzenden Partialtöne zu perzipieren. Nach den von ihm am eigenen Ohr angestellten Experimenten resonierten Helix und Fossa helicis auf tiefe, Anthelix und Fossa anthelicis auf mittlere, die Concha am besten auf hohe Töne. Drücke man das äußere Ohr an seinem lateralen Rande sanft vorwärts, so würde der Schall augenblicklich tiefer, und zwar infolge der Vermehrung der Resonanz für tiefe Töne. Entgegengesetzt verringerten oder verlören sich die tieferen Töne, wenn man den Finger an die Helix lege und sie fest an den Kopf drücke, wofür man dann die hohen und mittleren Töne hervortreten höre.

Auf Grund dieser Versuche erkläre sich die Alteration, die die Klangfarbe erleide, sofern einzelne Teile der Aurikula durch Krankheit oder artifiziell in ihrer Funktion verändert seien, oder die Aurikula ganz fehle.

In seinem Buche über die fünf Sinne des Menschen sagt *Bernstein* (2), daß die Ohrmuschel der Tiere mit Trichterform und Bewegungsmuskeln weit mehr der Schallzuleitung dienen könne, als die des Menschen, die schon deshalb der Beweglichkeit entbehrte, weil diese doch wenig Wirkung haben würde.

Trotzdem sei die Ohrmuschel nicht ohne Bedeutung, was er damit zu beweisen sucht, daß durch die angelegte Hohlhand, die die Muschel vergrößere, eine Verbesserung des Hörens einträte.

Der Schalleitung des Ohrknorpels und dem Anheftungswinkel legt *Bernstein* wenig Gewicht bei und will diese Ansicht durch folgenden Versuch begründen:

Werde der äußere Gehörgang mit Siegellack gut verstopft, so machten wir uns für die Luftleitung taub, ohne daß uns die Muschel etwas Merkbares zutrüge. Wir hörten das Ticken einer

Uhr ebenso wenig, wenn wir sie bei verschlossenem Gehörgang an den Ohrknorpel drückten, wie daneben, im Gegensatz zur Knochenleitung.

Merkliche Dienste leiste die Ohrmuschel zur Erkenntnis der Schallrichtung. Das der Schallquelle zugewandte Ohr biete die günstigsten Bedingungen zur Reflexion der Wellen in den Gehörgang. Andere Richtungen seien mehr oder weniger ungünstig. Hieraus ergäbe sich, daß wir aus der Schallstärke, besonders wenn wir sie aus Erfahrung kännten, die Richtung beurteilen könnten.

Dann führt *Bernstein* den oben erwähnten Versuch an, die nach hinten gewendete Hohlhand vor das Ohr zu halten. Er erklärt die dann eintretende scheinbare Richtungsumkehr so, daß die Hand den Schall, wenn er von vorn kommt, dämpfe, so daß er ungefähr die Stärke habe, die man einem von hinten kommenden zuspräche.

Endlich gibt er der Muschel noch die Bedeutung eines Schutzorgans. Es fänden Insekten wegen der gewundenen Form schwer Eingang, und die feinen Härchen hielten Staub von dem Gehörgang ab.

Hensen (10) bringt in seiner Abhandlung über das Gehör nichts Neues. Er führt nur die Ansichten von *Esser*, *Harless*, *Mach* und *Schneider* an und kommt schließlich zu dem Resultate, daß die Ohrmuschel nicht ganz gleichgültig für die Gehörwahrnehmungen und deren Schärfe, ihre Leistungen aber immerhin gering seien.

Um nachzuweisen, welchen Anteil die Ohrmuschel an den Raumwahrnehmungen nimmt, prüft *Kessel* (11) das monaureale Hören. Zu diesem Zwecke denkt er sich drei zueinander senkrechte Achsen so durch den Schädel gelegt, daß die eine Horizontalachse durch den Mittelpunkt der beiden äußeren Gehörgangsöffnungen geht, die zweite Horizontalachse in der Medianebene liegend senkrecht auf der ersten steht und die dritte vertikal durch den Schnittpunkt der beiden horizontalen gelegt ist. Er bezeichnet die erste als Gehörgangs-, die zweite als Median- und die dritte als Vertikalachse. Als Schallquellen benutzt er gleiche Stimmgabeln von großer Masse, die bis zum Abklingen den Versuch mehrmals zu wiederholen gestatten, und eine Taschenuhr. Verstopfte man nun, so schreibt *Kessel*, den einen Gehörgang fest mit dem kleinen Finger, und brächte die Schallquelle in der Medianachse nach vorn, in eine solche Entfernung, daß eben noch deutliches Hören stattfände, hierauf nach hinten und schließlich in die Gehörgangsachse, so ergäbe sich, daß der Abstand vom Ohre im ersten Falle größer als

im zweiten, im dritten aber größer als im ersten sei. Würde die Muschel an den Kopf gedrückt, so nähme der Abstand nach hinten zu, nach vorn ab. Lege man die Hohlhand an die Muschel, so sei es umgekehrt. Der Abstand auf der Gehörachse bliebe derselbe. Schalte man die Muschel durch Einführen einer Röhre in den Gehörgang aus, so gleiche sich die Differenz in der Hördistanz vorn und hinten aus. Um die Knochenleitung zu vermeiden, könne man noch eine Glasröhre von einem Meter Länge verwenden nebst einer Uhr und Stimmgabeln, deren Obertöne nicht hervorträten. Gabeln aus den unteren Oktaven besäßen gewöhnlich diese Eigenschaften.

Bewege man ferner zum Beispiel die Stimmgabel parallel zur Medianebene von vorn nach hinten an der Ohrmuschel vorbei, so machten sich mehrmals bedeutende Intensitätsschwankungen bemerkbar; die Intensität steige plötzlich in dem Momente, wo die Gabel den Tragusrand passiere, und sinke scheinbar fast auf Null herab beim Verlassen des hinteren Muschelrandes. Ähnlich sei es beim Bewegen der Gabel von unten nach oben. In dem Augenblicke, wo die Gabel die Gehörgangsachse schneide, steige die Intensität und sänke am oberen Rande der Muschel, und zwar hier beträchtlich mehr als am unteren. Doch sei die Intensitätsschwankung am oberen Rande nicht so beträchtlich wie am hinteren. Die Vertikalachse eigne sich weniger zu diesen Versuchen, doch würde besser von oben als von unten gehört.

Da nun festgestellt sei, daß an der Ohrmuschel scharfe anatomische Marken vorhanden seien, durch die unter obigen Bedingungen Intensitätsschwankungen erzeugt würden, so teilt *Kessel* die Muschel in fünf Hörbereiche ein: in einen vorderen, einen hinteren, einen oberen, einen unteren und einen direkten, mittleren. „Der vordere erstreckt sich von der Medianachse bis zum Rande des Tragus, der mittlere vom Tragus bis zum hinteren Rand der Muschel, der hintere von dieser Stelle bis zur Verlängerung der Medianachse nach hinten. Der untere Hörbereich geht von der verlängert gedachten Vertikalachse von unten bis zur unteren Wand des Gehörgangs und endlich der obere von der oberen Wand bis zur Vertikalachse.“

Um das binaureale Hören zu prüfen, brachte *Kessel* die Schallquelle zunächst in die Richtung der Medianachse und fand dabei, daß der Abstand des eben noch deutlichen binaurealen Hörens nach vorn und hinten gleich dem des monaurealen sei, ohne jenen in der Gehörgangsachse zu erreichen.

Zusammengefaßt besäße also das Gehörorgan die Fähigkeit, kleinste Intensitätsschwankungen zu empfinden. Bei gleicher und gleich starker Erregung beider Ohren würde nur eine Wahrnehmung gemacht und diese in die Medianebene verlegt, bei ungleicher Stärke würde die Wahrnehmung nach der Seite des stärker erregten Ohres verlegt; ferner fände das beste binaureale Hören in der Medianebene vorn statt, das absolut beste Hören aber in der Gehörgangsachse. Endlich kämen an der Ohrmuschel fünf Hörbereiche vor, die sich dadurch charakterisierten, daß sie den Schall je nach der gegebenen Richtung bei ruhiger Kopfhaltung dem Ohre in verschiedener Intensität zuführten oder bei bewegtem Kopf Intensitätsschwankungen hervorriefen.

Weiter erwähnt *Kessel* noch den Einfluß des Sehorgans bei der Lokalisation von Schallquellen und fügt hinzu, daß sich bei Blindgeborenen eine erstaunliche Fertigkeit in der Raumwahrnehmung mittelst der Ohrmuschel ausbilde, die in ähnlicher Schärfe beim normalen Menschen nicht vorhanden sei.

In seinem „Bericht über die im Jahre 1884 in der Poliklinik für Ohrenkrankheiten zu Göttingen beobachteten Krankheitsfälle“ erwähnt *Bürkner* (4) einen Defekt der Ohrmuschel durch Trauma.

Ein 46 jähriger Mann verlor vor 2 Jahren durch einen Unfall den rechten Arm und die rechte Ohrmuschel. Subjektiv empfand er keine Hörschädigung. Bei näherer Untersuchung ergab sich nun, daß die rechte Auricula völlig fehlte, der Tragus aber erhalten war. Dieser verdeckte von vorn her einen ovalen Schlitz von 12 mm Höhe und 3 mm Breite, der oben, unten und hinten durch einen von normaler Haut überkleideten niedrigen Knorpelsaum begrenzt war, und durch den man, ohne daß eine Geradestreckung des Gehörgangs erforderlich war, das normale Trommelfell zu sehen vermochte.

Bei seinen Versuchen mit diesem Patienten fand *Bürkner* nun Folgendes:

In der Gehörgangsachse hörte der Patient die Uhr rechts und links annähernd gleich weit. Wurde diese verlassen, so zeigte sich für die kranke Seite eine weit schnellere Abnahme der Hörschärfe als für die gesunde, und zwar machte sie sich nach vorn zu noch mehr bemerkbar als nach hinten.

Bürkner schließt daraus, daß die Ohrmuschel zur Perzeption des Schalles von Bedeutung sei, sofern dieser nicht gerade ungefähr in die Gehörgangsachse träfe.

Auch für die Erkennung der Schallrichtung glaubt *Bürkner* der Ohrmuschel eine Bedeutung beimessen zu können und schließt das aus folgenden Versuchen:

Bei verbundenen Augen und freiem gesundem Ohr irrte der Patient sich kaum in der Schallrichtung, bei allein freiem defekten Ohr hingegen fast stets. Wurden beide Ohren frei gelassen, so war die Erkennung im ganzen richtig, doch zeigten sich immerhin mehr Fehler, wenn der Schall von der Seite der kranken Ohrmuschel, als wenn er von der gesunden Seite herkam.

In seinem Lehrbuch der Physiologie schreibt *Bernstein* (1) der Ohrmuschel die Aufgabe zu, die anlangenden Schallwellen zu sammeln und dem Gehörgang zuzuleiten, welche Aufgabe jedoch die trichterförmige Muschel mancher Säuger besser erfülle, besonders weil sie außerdem noch durch Muskeln zweckmäßig dirigiert werden könne.

Die Wirkung der Ohrmuschel sei beim Menschen nur gering, wie Fälle von fehlender oder defekter Muschel zeigten. Doch höre man bei Anlegen der Hand erfahrungsgemäß besser, und eine Neigung der Ohrmuschel von 40° gegen die Kopffläche sei der Reflexion in den Gehörgang am günstigsten.

Ferner führt er *Eduard Webers* Meinung an, nach der wir die Schallrichtung von vorn und hinten mit Hilfe der Ohrmuschel unterscheiden könnten, und zwar indem wir durch ihre sensiblen Nerven fühlten, ob die vordere oder hintere Fläche von Schallwellen getroffen würde. Diese Ansicht sei aber schon deshalb falsch, weil wir nach Zustopfen des Gehörgangs gar keine Empfindung solcher Art hätten. Dagegen sei es denkbar, daß die Resonanz der Schallwellen in der Ohrmuschel eine andere sei, je nachdem ihre vordere oder hintere Fläche direkt getroffen würde. *Rayleigh* gäbe an, daß man bei mit Geräuschen verbundenem Schall, wie bei der Sprache, die Richtung von vorn und hinten wohl unterscheiden könne, nicht aber bei einfachen Tönen von Stimmgabeln. Dies würde, wie *Bernstein* glaubt, dafür sprechen, daß sich die Klangfarbe des zusammengesetzten Schalles bei der Richtung von vorn und hinten durch Resonanz in der Ohrmuschel ändere, während dies beim einfachen Tone nicht stattfinden könne. Die uns aus Erfahrung bekannten Schallklänge würden daher je nach der Richtung von vorn oder hinten einen anderen Charakter tragen. Auch würden sie überhaupt bei der Richtung von hinten etwas gedämpfter erscheinen.

Bernstein erwähnt noch ein von *Eduard Weber* beschriebenes Experiment: Wenn man in einem Zimmer die Hohlhände nach

hinten gewandt vor das Ohr lege und spräche, so habe man die Empfindung, als ob der Schall von hinten käme. *Weber* meinte in diesem Falle, daß die Haut der Hohlhand die Richtung der von hinten her reflektierten Schallwellen empfände, während *Bernstein* den Versuch viel einfacher damit erklären will, daß die vorgehaltene Hand die Resonanz der von vorn kommenden Schallwellen in der Ohrmuschel schwäche.

In einer Abhandlung über Resonanztöne führt *Urbantschitsch* (23) folgendes aus:

Wenn man bei einem Geräusche zwei Flächen, z. B. die beiden Hände, den Seitenteilen des Kopfes ganz nahe den beiden Ohrmuscheln ansetze, so träten je nach der Stellung dieser beiden Flächen zu den Ohrmuscheln bald höhere, bald tiefere Töne aus dem Geräusche stärker hervor. Befänden sich die zwei Flächen knapp vor den Ohrmuscheln, senkrecht zu den Seitenteilen des Kopfes, so seien es die tieferen. Würden die Flächen bei sonst gleicher Stellung knapp hinter die Muscheln gebracht, so machten sich höhere Töne bemerkbar, die mit den früher erwähnten tieferen gewöhnlich die höhere Terz bildeten. Seien die beiden Flächen hingegen den Seitenteilen des Kopfes parallel gestellt, nahe dem Ohreingange, so erschienen nunmehr noch höhere Töne verstärkt, die mit den hohen Tönen bei Stellung der Flächen hinter der Ohrmuschel in der Regel abermals die höhere Terz bildeten. Bei Überdeckung der Ohrmuscheln durch die beiden den Ohrmuscheln knapp anliegenden Flächen erfolge eine ähnliche, jedoch geringere Verstärkung der tiefen Töne als beim Ansetzen der Flächen vor den Ohrmuscheln. Beim Ansetzen knapp unterhalb zeige sich eine schwache Verstärkung der Töne der höheren Terz, also dieselbe Tonhöhe wie beim Ansetzen der Flächen knapp hinter den Muscheln.

Befänden sich die zwei Flächen nicht knapp an den Ohren, sondern in einiger Entfernung davon, so erfolge eine Tonverstärkung im Verhältnis zum größeren Abstande von der Ohrmuschel für immer tiefere Töne.

Bei Verschiebung der vor oder hinter den Muscheln befindlichen Flächen von ihnen hinweg erfolge in ähnlicher Weise wie bei den früher erwähnten Versuchen eine entsprechend zunehmende Vertiefung des Resonanztones oder wieder umgekehrt eine Erhöhung bei Annäherung.

Eine Abhängigkeit der Tiefe des Resonanztones von der Länge der resonierenden Luftsäule zeige sich ja bekanntlich auch

bei verschieden hohen ans Ohr gehaltenen Gefäßen, die einen um so tieferen Resonanzton gäben, je größer sie seien.

Gradenigo (8) beobachtete einen Fall, bei dem die ganze linke Ohrmuschel 3 Monate vorher durch ein Messer scharf abgeschnitten war. Es waren nur der Tragus und eine kleine Partie des unteren und oberen Teils der Concha erhalten. Der Meatus war nur wenig enger als der andere, er sowohl wie das Trommelfell sonst normal. Bei der Prüfung mit der Uhr zeigte sich, daß das Ticken auf der gesunden Seite auf 4 m, auf der verletzten nur auf ½ m gehört wurde. Führte man nun ein Ohrspekulum ein, so stieg die Entfernung auf 1½ m. Ähnliche Differenzen in der Perzeptionsfähigkeit beider Ohren konnte *Gradenigo* dagegen mit Stimmgabeln und Flüsterstimme nicht feststellen. Hingegen sei der Verlust der Schallokalisation für den Raum links der Medianebene deutlich bemerkbar gewesen.

In seiner Abhandlung über den Gehörssinn in *Nagels* Handbuch der Physiologie spricht *Schaefer* (20) der Ohrmuschel eine umfassende und fundamentale Bedeutung für das Hören ab. Als Beweis dafür wird angeführt, daß nach Verlust einer Ohrmuschel bei sonst intaktem Gehör wohl anfangs eine merkliche Verschlechterung des Hörens einträte, daß aber dieser Mangel bald durch Erlernung zweckmäßiger Kopfbewegungen ausgeglichen würde. *Schaefer* steht somit auf dem schon oben erwähnten Standpunkte *Darwins*, daß die menschliche Ohrmuschel als ein im Verlaufe der phylogenetischen Entwicklung verkümmertes Organ aufzufassen sei.

Geigel (7) unterscheidet in seinem Aufsatze über die Bedeutung der Ohrmuscheln für das Hören, ob dem Ohre Schallwellen direkt von schwingenden festen, den Ohrknorpel berührenden Körpern oder durch die Luft zugeleitet würden.

Nach den Versuchen von *Johannes Müller* und *Lincke* fände eine Fortleitung des Schalles durch den Ohrknorpel auf das Trommelfell bei Aufsetzen einer tönenden Pfeife oder einer Stimmgabel statt, und zwar besser als durch die Knochenleitung. Die Auskultation von Herz und Lunge könne überhaupt nur so zustande kommen. Die Schwingungen gingen von der Brustwand auf die Muschel direkt über, von da auf die knorplige Gehörgangswand, auf den knöchernen Teil, das Periost und so endlich auf das Trommelfell. Die Luftleitung des Gehörgangs und Stethoskops käme nicht in Betracht.

Weiter vertritt *Geigel* die Ansicht, daß die Ohrmuschel auch für Wahrnehmungen von Schallwellen aus der Luft nicht gleichgültig sei, und zwar mit Rücksicht auf die Tatsache, daß ein Verlust des äußeren Ohres das Gehör verschlechtere.

Über die Vorstellung, daß die Ohrmuschel die Schallwellen sammle und wie ein Trichter durch Reflexion in den Gehörgang leite, äußert er sich folgendermaßen:

Wenn man sich denke, daß die Ohrmuschel allein oder vergrößert durch die Hand die Schallwellen der Luft durch den Meatus acusticus dem Trommelfell übermittle, so sei dies nur zum geringsten Teile richtig. Vielmehr spiele auch hier wieder die Leitung durch den Knorpel und Knochen bei weitem die wichtigste Rolle. Den Beweis dafür will *Geigel* durch folgende zwei Versuche erbringen:

1. Lausche man auf ein leises Geräusch, indem man die Hände dem Ohr nähere, ohne es zu berühren, so würde das Geräusch lauter, dem Ohre würden also mehr Schallwellen zugeführt.

2. Ließe man nun die Hand die Ohrmuschel auch nur an einer kleinen Stelle berühren, so würde die Schallwahrnehmung unverhältnismäßig bedeutender als bei bloßer, wenn auch äußerster Annäherung ohne Berührung. Allerdings sei die Berührungsstelle keineswegs gleichgültig. Die Wirkung würde bedeutender, wenn nicht der dicke, fleischige Teil der Hand, wie der Ballen, sondern von dünner Haut überzogene Stellen, wie die Fingergelenke, die Ohrmuschel berührten. Unbedeutend sei sie wenn das Läppchen, am stärksten, wenn die hintere Wölbung des Ohres getroffen würde. Weiterhin würde bei Vergrößerung der Berührungsfläche und bei größerem Druck des Anlegens die Wirkung erhöht.

Diese Dinge wiesen zwingend darauf hin, daß der Ohrknorpel nicht etwa Schallwellen in den Gehörgang reflektiere, sondern daß er selbst in Schwingungen geriete und so als Leiter wirke. Dafür spräche auch entschieden noch der Umstand, daß dieselbe Wirkung auch einträte, wenn man die Hand so anlege, daß die Hohlhand nach hinten gewendet sei und so für die Reflexion möglichst ungünstig liege.

Die Ohrmuschel würde also durch Schallwellen in Schwingungen versetzt und leite diese durch den Knorpel zum Trommelfell. Die angelegte Hohlhand vergrößere die Ohrmuschel, so daß mehr Schallwellen zur Wirksamkeit kämen. Bezüglich der geringen Schallverstärkung bei nur genäherter Hand handle es sich wohl weniger um Reflexion in den Gehörgang, als darum, daß die

Muschel direkt durch von der Hand reflektierte Wellen in Schwingungen versetzt würde. Hierfür spräche, daß die Luftleitung für das Hören doch recht unwesentlich sei. Man könne gut hören, auch wenn der Meatus acusticus durch Ohrenschmalz verstopft sei, nur dürfe natürlich dabei das Trommelfell nicht in seiner Schwingungsfähigkeit behindert sein. Offenbar reiche hier die Schalleitung: Ohrmuschel- Knorpel- Knochen- Trommelfell vollkommen zum normalen Hören hin.

In seiner Dissertation über Schallrichtungswahrnehmung hat *Münnich* (17) Versuche angestellt zwecks Feststellung des Einflusses des äußeren Ohres auf die Hörfähigkeit. Er fand, daß bei fester Ausfüllung der Gehörgangsöffnung durch mit Wachs getränkte Watte die durch die Luft geleiteten tieferen Töne stark abgeschwächt waren, zum Teil überhaupt nicht mehr gehört wurden. Die Wahrnehmung der hohen Töne sei wegen der hierbei überwiegenden Knochenleitung nur mäßig herabgesetzt, und zwar desto weniger, je größer die Schwingungszahl. Wenn er anderseits, um die angebliche Reflexionswirkung der Ohrmuschel zu beseitigen, in ein Ohr einen Ohrtrichter einführte, so war keine Hördifferenz zwischen links und rechts festzustellen. Dasselbe Resultat erhielt er auch nach Auspolstern der Muschel mit Watte und Fixierung am Kopfe, wobei zwar die Gehörgangsöffnung frei blieb, aber Mitschwingen und Reflexion seitens der Muschel ausgeschlossen war. Allerdings hat er nur mit lauten Geräuschen den Versuch angestellt.

Um ferner die Bedeutung für die Schallokalisation zu prüfen, wandte er folgendes Verfahren an:

Er führte in einer Reihe von Fällen in den einen Gehörgang einen Trichter ein, während in einer zweiten Versuchsreihe die Ohrmuschel durch Auspolsterung und Fixation ausgeschaltet wurde. Beide Male prüfte er dann die Erkennbarkeit der Richtungen vorn, vorn-oben, vorn-unten, hinten, hinten-oben und hinten-unten und fand nur in einer geringen Anzahl von Fällen eine minimale Verlegung nach der Seite der freien Muschel, die er um so eher vernachlässigen zu dürfen glaubte, als dies Zufallsresultate sein könnten, hervorgerufen durch Unaufmerksamkeit, Ermüdung und ähnliches.

Wir finden nach dem Vorstehenden bei den verschiedensten Autoren die verschiedensten Ansichten über die physiologische

Bedeutung der Ohrmuschel. Während die einen dazu neigen, ihr eine solche beim Menschen durchaus abzusprechen, verfallen die anderen in das entgegengesetzte Extrem und legen ihr übertriebene oder gar unmögliche Wirkungen bei.

Hauptsächlich sind es die folgenden fünf Funktionen, für die man die Ohrmuschel in Anspruch genommen hat.

1. Sammlung und Reflexion der Schallwellen.

Die Wirkung der Ohrmuschel, an die man wohl zuerst denkt, ist die der Sammlung und Reflexion der Schallwellen, und so erstrecken sich denn auch darauf die Untersuchungen der älteren Autoren vornehmlich. Schon die Gestaltung des Ohres gewisser Tiere weist darauf hin. Hier finden wir z. B. in der Trichterform des Pferdeohres günstige Bedingungen für die Sammlung. Anders verhält es sich aber bei den hängenden Ohren gewisser Hunderassen, anders auch beim Menschen. Es steht indes wohl außer Zweifel, daß auch das menschliche Ohr der Sammlung dient. Inwieweit, lehren die Untersuchungen der Autoren, die aber zum Teil über das richtige Maß hinausgehen. Als völlig überwunden darf die Ansicht betrachtet werden, daß nach mehreren Reflexionen schließlich fast alle Schallwellen in den Gehörgang geworfen würden. Denn nach den maßgebenden Untersuchungen von *Mach* kann bei dem Mißverhältnis zwischen den Dimensionen der Ohrmuschel einerseits und der Schallwellen (wenigstens der tiefen und mittleren Töne) andererseits von einer Reflexion überhaupt keine Rede sein.

Weiterhin ist festgestellt, daß die Erhöhungen und Vertiefungen der Muschel für die Sammlung gleichgültig sind. Es tritt auch bei Verstreichen der Rinnen kaum eine Änderung in der Hörfähigkeit ein.

Als besonders geeignet für die Sammlung der Schallwellen hat sich jene Gstalt der Ohrmuschel erwiesen, bei der der obere Teil der Leiste stark überhängt, die Scapha nicht übermäßig hervortritt und das Ohrläppchen schief nach von geneigt ist. Unter diesen Umständen ist die Ohrmuschel tief ausgehöhlt und zum Auffangen einer größeren Menge von Schallwellen geeignet. Ist die Muschel klein, so können auch nur weniger Schallwellen aufgefangen und in den Gehörgang geleitet werden, und das Gehör ist, wenn auch nicht wesentlich, so doch um einen meßbaren Wert von dem Maximum der Leistungsfähigkeit entfernt. Dies zeigt auch der Versuch, daß man schärfer hört, sobald man die Hand

hinter das Ohr legt. Dies geschieht einmal durch Vergrößerung der auffangenden Fläche, und dann wird auch der Anheftungswinkel in günstigem Sinne beeinflußt. Dieser Winkel ist für das Gehör nicht ganz gleichgültig. Wie leicht ersichtlich, wird ein flach anliegendes Ohr weniger Schallwellen auffangen können als ein mehr abstehendes, und zwar hat sich als günstigster ein Winkel von 40—45° nach den Untersuchungen verschiedener Autoren herausgestellt. Ja, ein solcher Anheftungswinkel kann sogar den Nachteil eines zu schmalen und flachen Ohres annähernd ausgleichen. Ist man doch sogar soweit gegangen, operativ aus einem flachen einen steileren Winkel herzustellen, mit dem Erfolge, daß das Gehör auf der operierten Seite verbessert wurde. Daß die Luftleitung im Gehörgang und damit auch die sammelnde Wirkung der Ohrmuschel für das Hören irrelevant sei, wie *Geigel* behauptet, wird schon durch die einfache Erfahrung widerlegt, daß das Gehör weniger scharf ist, wenn ein Wattepfropf den äußeren Gehörgang verschließt.

2. Leitung der Schallwellen.

Die ältesten Autoren, *Buchanan* und *Esser*, erwähnen von der leitenden Wirkung der Ohrmuschel nichts. Dagegen gibt schon *Johannes Müller* in Bezug hierauf bemerkenswerte Winke. Er stellt zunächst die physikalischen Eigenschaften des Ohrknorpels als eines elastischen Körpers fest. Ein solcher leite einen auf ihn treffenden Stoß nach allen Richtungen gleichmäßig fort, und zu Stößen dieser Art seien auch die Schallwellen zu rechnen. Sie gehen somit durch den Ohrknorpel und den Knorpel des äußeren Gehörgangs zum Trommelfell, von wo sie direkt in das perzipierende Organ geleitet werden. Hierzu stimmt auch die Beobachtung, daß eine eben verklungene Stimmgabel durch Aufsetzen auf die Ohrmuschel wieder zu Gehör gebracht wird. Freilich wird durch diesen Versuch noch nichts darüber ausgemacht, wieviel von Schallwellen aus der Luft auf den Knorpel übergeht, und ob die Unebenheiten der Oberfläche für diese Leitung besonders günstige Bedingungen deswegen bieten, weil damit so ziemlich für jede Richtung des Schalles eine zu dieser senkrechte Fläche gegeben ist.

Zu dieser Auffassung von der Aufnahme und Leitung des Schalles im Knorpel steht denn auch *Küpper* völlig im Widerspruch. Wenn er aber meint, der Ohrmuschel fehle die für eine derartige Funktion nötige Spannung und zweckmäßige Verbindung

mit dem perzipierenden Apparat, so geht das wohl zu weit. Es führt doch vom Ohrknorpel eine ununterbrochene Leitung bis zum Trommelfell, die bei einer Aufnahme von Schallwellen seitens des Ohrknorpels durchaus günstige Bedingungen bietet.

Scheinbar im Widerspruch mit der Aufnahme und Leitung von Schall durch den Knorpel steht *Bernsteins* Versuch. Er stellte fest, daß man bei dicht verschlossenem Gehörgang das Ticken einer Uhr ebensowenig hört, wenn man sie neben das Ohr hält, wie wenn man sie an den Ohrknorpel drückt. Es liegen bei diesem Versuche die Verhältnisse wohl so, daß durch den Verschluß des Gehörgangs nicht nur die Luftleitung — wie beabsichtigt — ausgeschlossen, sondern auch die Schwingungsfähigkeit des Knorpels durch Dämpfung herabgesetzt wird.

Wesentliches zu dem hier besprochenen Punkte bringt noch *Geigel*. Er stellt die aufnehmende und leitende Wirkung der Ohrmuschel als völlig erwiesen hin. Dazu führt er überdies noch das Beispiel des Auskultierens an. Es käme hierbei die Luftleitung kaum in Betracht, sondern es handele sich einzig um den Übergang der Schallwellen vom Thorax auf die Wand des Stethoskops und von da auf die Ohrmuschel. Für recht beweisend in Bezug auf die Knorpelleitung erachtet er seine Versuche mit der der Ohrmuschel teils genäherten, teils angelegten Hohlhand. Bei der Berührung wird die Schallwahrnehmung unverhältnismäßig erhöht, und diese Wirkung ist wieder am größten, wenn kompaktere Teile aneinanderstoßen, wie die von dünner Haut überzogenen Knochengelenke und der Ohrknorpel im Gegensatz zu Handballen und Ohrläppchen. Doch dürften hierbei meines Erachtens auch andere Momente in Frage kommen, so die durch die Berührung verbesserten Bedingungen für die Sammlung der Schallwellen.

3. Klangwahrnehmung.

Auch zur Frage des Einflusses der Ohrmuschel auf die Klangwahrnehmung hat man früh Stellung genommen. *Mach* und *Bernstein* sind dafür eingetreten. Auch *Burnett* meint gleich *Mach*, die verschiedenen Teile der Ohrmuschel seien als Resonatoren auf verschiedene hohe Töne aufzufassen, und je nach der Richtung, in der sie getroffen würden, könne eine Änderung der Klangfarbe stattfinden. Indessen sind die Angaben *Burnetts* nichts weniger als einwandfrei, und was die Versuche von *Urbantschitsch* betrifft, so beziehen sie sich eben auf Flächen von anderer Gestalt und Richtung, als die Ohrmuscheln sie haben. Sehr gegen den Einfluß

des Ohres auf die Klangfarbe spricht, daß bei Verstreichen der Erhöhungen und Vertiefungen der Ohrmuschel mit Wachs oder ähnlichen Stoffen keine Änderung der Klangfarbe eintritt.

4. Richtungswahrnehmung.

Was die Beziehung der Ohrmuschel zur Richtungswahrnehmung anlangt, so stehen sich auch hier die Meinungen gegenüber. Exakte Versuche von *Küpper* und auch von *Münnich* haben bei Ausschaltung einer Ohrmuschel eine sehr geringe bis zweifelhafte Verlegung des Schalles nach der normalen Seite ergeben. Der Ansicht, daß diese zu vernachlässigen ist, kann ich mich nur anschließen.

Wenn *Weber* durch seine Versuche findet, man könne unter Wasser nur rechts und links, nicht aber oben und unten unterscheiden, so stimmt dies wohl. Es kommt aber insofern nicht in Betracht, als im Wasser die Ohrmuscheln genau genommen ebensowenig ausgeschaltet sind wie in der Luft, und es ferner auch in der Luft nicht möglich ist, oben und unten sicher zu unterscheiden; endlich bietet überhaupt das Wasser ganz andere akustische Verhältnisse als die Luft, so daß man nicht vom einen aufs andere schließen kann.

Werden bei ausgeschalteten Ohrmuscheln die Hände so vor den Gehörgang gehalten, daß die Innenflächen nach hinten gerichtet sind, so findet eine Verlegung des Schalles nach der entgegengesetzten Richtung statt. Doch darf man bei diesem Versuche nicht außer Acht lassen, daß die Hand größer als die Ohrmuschel ist und einen größeren Winkel mit dem Kopf bildet als letztere.

Daß an der Ohrmuschel je nach der Richtung der Schallwellen besondere sensible Nervenendigungen erregt werden, ist eine Ansicht, für die, bisher wenigstens, keinerlei beweiskräftige Gründe angeführt sind.

Nach allem diesen wird man zu dem Schluß kommen, daß uns im wesentlichen die Erfahrung die Beurteilung der Schallrichtung lehrt und daß auch hierbei die Ohrmuschel kaum eine Rolle spielt.

Was das Vorkommen von Täuschungen in der Richtungswahrnehmung bei angeborenem Ohrmuscheldefekt anlangt, so wird man hierauf nicht viel Gewicht legen dürfen, solange nicht erwiesen ist, ob das Gehörorgan sonst normal funktioniert.

5. Schutzwirkung.

Eine Funktion hat indes die Ohrmuschel sicher bis zu einem gewissen Grade auszuüben, das ist der Schutz des Gehörorgans. Sie verhindert mehr oder weniger das Eindringen von Wind, Staub und Keimen in den äußeren Gehörgang. Dazu hilft auch ihre feine Behaarung. Besonders der Tragus bietet dem Luftstrom ein Hindernis, und gewiß ist diese Wirkung nicht zu unterschätzen.

Alles in allem betrachtet, wird man zu dem Ergebnis kommen, daß die Ohrmuschel, wenn man sie auch nicht gerade als ein physiologisch absolut wertloses Rudiment anzusehen haben wird, doch ein Organ darstellt, welches für die Hörfunktion nur von recht geringer Bedeutung ist. Damit steht durchaus in Einklang, daß bei ihrem Verluste keine oder wenigstens keine dauernde Schädigung des Gehörs von irgend nennenswertem Grade eintritt.

Wenn so viele von den Autoren, namentlich von den älteren, durchaus der Ohrmuschel bedeutungsvolle Wirkungen haben zuschreiben wollen, oft mit einer gewissen Gezwungenheit und auf Kosten der nötigen Objektivität, so beruht das wohl zum Teil auf der früher noch mehr als heute allgemein verbreiteten Anschauung, daß alles von der Natur zu einem speziellen Zweck erschaffen sei und daß daher auch alles, was wir anatomisch als zu einem bestimmten Organe gehörig anerkennen, an der betreffenden physiologischen Funktion entsprechend seiner morphologischen Dignität partizipieren müsse.

Literatur-Verzeichnis.

1. *Bernstein*, Lehrbuch der Physiologie des tierischen Organismus, im speziellen des Menschen. Stuttgart 1894. S. 663.
2. Derselbe, Die fünf Sinne des Menschen. Leipzig 1875. S. 169.
3. *Buchanan*, Über den Einfluß, welchen Gestalt und Anheftungswinkel des äußeren Ohres auf die Stärke des Hörens hat. Meckels Archiv für Anat. u. Physiol. 1828. S. 488.
4. *Bürkner*, Bericht über die im Jahre 1884 in der Poliklinik für Ohrenkrankheiten zu Göttingen beobachteten Krankheitsfälle. Archiv für Ohrenheilk. 1885. Bd. 22. S. 201.
5. *Burnett*, Das äußere Ohr ein Komplement eines Schallsammlers und Resonators. Referat im Arch. f. Ohrenheilk. 1875. Bd. 9. S. 127.
6. *Esser*, Mémoire sur les fonctions des divers parties de l'organ auditif. Annales des sciences naturelles 1832. T. 26. p. 1.
7. *Geigel*, Die Bedeutung der Ohrmuschel für das Hören. Münch. med. Wochenschr. 1907. Bd. 54. S. 1478.
8. *Gradenigo*, Über die Funktion der menschlichen Ohrmuschel. Accademia di Medicina di Torino. Sitzung vom 8. IV. 1904. Internat. Centralbl. f. Ohrenheilk. 1904. Bd. 2. S. 342.

9. *Harless*, Artikel „Hören" in Wagners Handwörterbuch der Physiologie. Bd. 4. Braunschweig 1853. S. 350 u. 367 ff.
10. *Hensen*, Artikel „Gehör" in Hermanns Handbuch der Physiologie. Leipzig 1880. Bd. 3. Teil 2. S. 23.
11. *Kessel*, Über die Funktion der Ohrmuschel bei den Raumwahrnehmungen. Arch. f. Ohrenheilk. 1882. Bd. 18. S. 123.
12. *Küpper*, Über die Bedeutung der Ohrmuschel des Menschen. Arch. f. Ohrenheilk. 1874. Bd. 8. S. 158.
13. *Lincke*, Handbuch der Ohrenheilkunde. Leipzig 1845. Bd. 2. S. 484.
14. *Mach*, Die Reflexion und Brechung des Schalles. Poggendorffs Annalen der Physik und Chemie. 1873. Bd. 149. S. 421.
15. Derselbe, Bemerkungen über die Funktion der Ohrmuschel. Arch. f. Ohrenheilk. 1875. Bd. 9. S. 72.
16. *Müller, Johannes*, Handbuch der Physiologie der Menschen. Koblenz 1840. Bd. 2. S. 452.
17. *Münnich*, Über die Wahrnehmung der Schallrichtung. Med. Dissertation. Berlin 1908. — Auch in Passows und Schaefers Beiträgen zur Anat. etc. des Ohres etc. 1908. Bd. 2. S. 5 ff.
18. *Purkyně*, Über Versuche über die Koinzidenz gleicher Gehörsempfindung im Hinterhaupt. Sitzungsberichte d. Kgl. Gesellsch. d. Wissensch. zu Prag. 1860. Teil 1. S. 98.
19. *Rinne*, Beitrag zur Physiologie des menschlichen Ohres. Zeitschr. f. rationelle Med. 3. Reihe. 1865. Bd. 24. S. 12.
20. *Schaefer*, Artikel „Gehörssinn" in Nagels Handbuch der Physiologie der Sinne. Braunschweig 1905. Bd. 3. S. 547.
21. *Schneider*, Die Ohrmuschel und ihre Bedeutung für das Gehör. Diss. Marburg 1855.
22. *Toynbee*, Die Krankheiten des Gehörorgans, ihre Natur, Diagnose und Behandlung. Würzburg 1863. S. 12.
23. *Urbantschitsch*, Resonanztöne am Ohr. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 1902. Bd. 89. S. 594.
24. *Virchow*, Über Mißbildungen am Ohr und im Bereiche des ersten Kiemenbogens. Virchows Arch. 1864. Bd. 30. (2. Folge, Bd. 10.) S. 227.
25. *Weber, Eduard*, Über den Mechanismus des Gehörorgans. Berichte der Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig. Mathematische Klasse I. 1851. S. 29.

Für die Anregung zu vorstehender Arbeit, die wohlwollende Unterstützung bei ihrer Anfertigung und deren gütige Durchsicht sage ich Herrn Geh. Mediz.-Rat Prof. Dr. *Passow* und Herrn Prof. Dr. *K. L. Schaefer* meinen ehrerbietigen Dank.

Lebenslauf.

Verfasser dieser Arbeit, *Heinrich Franke*, evangelischer Konfession, Sohn des verstorbenen Apothekers *Georg Franke*, wurde am 7. Juni 1888 zu Dresden geboren. Seine Erziehung und Ausbildung erhielt er im Elternhause und auf dem Kgl. Gymnasium zu Dresden-N., das er Ostern 1907 mit dem Zeugnis der Reife verließ. Am 28. März desselben Jahres wurde er in die Kaiser-Wilhelms-Akademie für das militärärztliche Bildungswesen aufgenommen, der er bis zum 29. Februar 1912 angehörte. Seiner Dienstpflicht mit der Waffe genügte er als Einjährig-Freiwilliger vom 1. April bis 30. September 1907 im 4. Garde-Regiment zu Fuß. Sommer 1909 bestand er die ärztliche Vorprüfung. Am 1. März 1913 wurde er zum Unterarzt beim 2. oberelsässischen Feldartillerie-Regiment No. 51 ernannt und erhielt gleichzeitig ein Kommando an das Kgl. Charité-Krankenhaus zu Berlin bis zum 28. Februar 1913. Im Sommersemester 1913 bestand er die ärztliche Staatsprüfung.

Allen seinen Lehrern dankt er für die zuteil gewordene Förderung.